Doğuştan Gelen Davranışların Mekanizmaları: Refleksler ve Sabit Eylem Kalıpları

Ders Sunumu

Teradigma

Doğuştan Gelen Davranışlar: Temel Çerçeve

Canlı organizmalarda bazı davranışlar öğrenme ve tecrübeden bağımsız olarak ortaya çıkar. Bu davranışlar, canlının dünyaya geldiği andan itibaren hayatta kalması, beslenmesi ve neslini sürdürmesi için gerekli olan temel "yazılımlar" olarak işlev görecek biçimde tasarlanmıştır.

Bir yenidoğanın ilk nefesinden bir örümceğin kusursuz ağ örmesine kadar uzanan bu önceden programlanmış eylemler, karmaşık biyolojik sistemlerin işleyişine dair derin ipuçları barındırır.

İki Temel Kategori

Refleksler

Belirli bir uyarana karşı düşünme sürecine dahil olmadan gerçekleştirilen, anlık ve otomatik motor yanıtlar

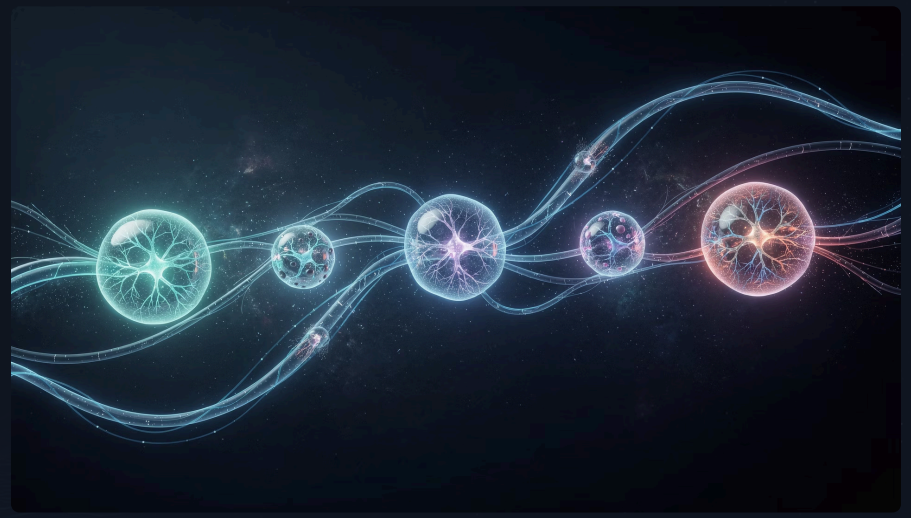
Sabit Eylem Kalıpları (FAP)

Türe özgü, öğrenilmemiş ve kalıplaşmış, çok adımlı davranış dizileri

> Akılsız atomlar, bu ikisini kendiliğinden oluşturabilir mi? Bu soruyu aklınızın bir köşesinde tutarak devam edelim.

Refleks Arkı: Beş Bileşenli Tasarım

Refleksin nörobiyolojik alt yapısı olan **refleks arkı**, sinirsel bilginin izlediği yolu tanımlar:



01

Reseptör

Belirli uyaranı algılayan özelleşmiş duyu hücresi

02

Afferent Nöron

Bilgiyi merkezi sinir sistemine ileten duyu nöronu

03

Entegrasyon Merkezi

Omurilikte veya beyin sapında motor yanıtın oluşturulduğu bölge

04

Efferent Nöron

Yanıt emrini efektör organa taşıyan motor nöron

05

Efektör Organ

Tepkiyi uygulayan kas veya salgı bezi

Monosinaptik Refleksler

Refleks arkında afferent nöron, doğrudan efferent nöronla **tek bir sinaps** yapar; arada başka bir nöron bulunmaz.

Minimum Gecikme

Bu yapı, sinyal iletimindeki gecikmeyi en aza indirecek biçimde kurulmuştur

Klasik Örnek

Diz kapağı (patella) refleksi en bilinen örneğidir

Tasarım Özellikleri

Hız ve doğrudanlık bu tasarımın belirgin özellikleridir

Polisinaptik Refleksler

Afferent ve efferent nöronlar arasında **bir veya daha fazla internöron** bulunur.

- Gelen bilginin daha karmaşık biçimde işlenmesine olanak tanır
- Birden fazla kas grubunun koordineli çalışması sağlanır
- Sıcak cisme dokunulduğunda elin geri çekilmesi örneğinde hem kası çeken kaslar kasılır hem de zıt yöndeki kaslar eş zamanlı gevşetilir

Yenidoğan Refleksleri: Hayata Hazırlık Programları

İnsan yavrusu, dış dünyaya son derece bağımlı bir halde gelmesine karşın hayatta kalmasını sağlayan bir dizi donanımlı refleksle dünyaya gelir.

Bu refleksler, temelde **beslenme** ve **korunma** olmak üzere iki ana amaca hizmet edecek biçimde programlanmıştır.

> Bu programların doğumda hazır olması, belirli bir zaman diliminde kaybolması ya da anormal şekilde devam etmesi, beyin gelişiminin izlenebileceği hassas bir gösterge olarak kabul edilmektedir.

Beslenme Refleksleri

Arama (Rooting)

Yanağa veya dudak kenarına dokunulduğunda baş o yöne döner, ağız açılır → besin kaynağını bulmayı kolaylaştırmak üzere düzenlenmiştir; 3–4. ayda kaybolur

Emme (Sucking)

Damak veya dilin uyarılmasıyla ritmik emme hareketleri başlar → besini almayı sağlayan mekanizmadır; 3–4. ayda istemli emmeye dönüşür

Korunma ve Motor Hazırlık Refleksleri

Moro (İrkilme)

Ani ses veya denge kaybında kollar yana açılır, sonra vücuda doğru çekilir → tehlike anında tutunmayı desteklemek üzere tasarlanmıştır; 3–6. ayda kaybolur

Palmar Grasp (Yakalama)

Avuç içine dokunulduğunda nesne sıkıca kavranır; 3–4. ayda istemli yakalamaya dönüşür

Babinski

Ayak tabanı çizildiğinde başparmak yukarı kalkar, diğerleri açılır → nörolojik gelişimin göstergesi; 1–2 yaşta kaybolur

Adım Atma (Stepping)

Ayaklar zemine değdirildiğinde adım atma hareketleri ortaya çıkar → motor kalıpların hazırlanmasına hizmet eder; 2–4. ayda kaybolur

Gelişim Programının Aşamalı İşleyişi

Refleksler canlının en savunmasız olduğu ilk dönemde hayati fonksiyonları garanti altına alan bir "başlangıç kiti" görevi görür.

Beynin üst merkezleri olgunlaştıkça ve istemli hareket kontrolü geliştikçe bu otomatik programlar yerini daha esnek ve öğrenilmiş davranışlara bırakır.

> Bu aşamalı devir teslim, rastgele değil; önceden kurgulanmış bir zamanlama çizelgesiyle işletilmektedir. Cansız nöronlar bu çizelgeyi kendi başlarına oluşturamazlar.

Sabit Eylem Kalıpları (FAP): Tanım ve Temel Özellikler

FAP, bir refleksten çok daha karmaşık, türe özgü, öğrenilmemiş ve kalıplaşmış bir davranış dizisidir. Konrad Lorenz ve Niko Tinbergen tarafından tanımlanmıştır.

Tetiklenme

Çevredeki çok spesifik bir "anahtar uyaran" (*key stimulus*) veya türdeş tarafından gönderilen bir "salıverici" (*releaser*) tarafından başlatılır

Kalıplaşmış Olma

Türün tüm üyelerinde öngörülebilir ve değişmez biçimde icra edilir

FAP'ın Tamamlanma Zorunluluğu ve Doğuştan Gelme Özelliği

Tamamlanma Zorunluluğu

Davranış bir kez tetiklendiğinde, tetikleyici uyaran ortamdan kaldırılsa bile sonuna kadar tamamlanır

Doğuştan Gelme

Bu davranışın doğru biçimde icra edilmesi için önceden bir tecrübeye veya öğrenme sürecine ihtiyaç duyulmaz; tamamen işlevsel olarak ortaya çıkar

Gri Kazın Yumurta Yuvarlama Davranışı

Yuvasından yumurta dışarı yuvarlandığında dişi kaz, boynunu uzatır ve gagasının alt kısmıyla yumurtayı yuvaya geri getirir. Bu bir **FAP**'tır.

- Yumurta hareket sırasında yana kayıp gitse bile, kaz gagasını yuvaya kadar boş biçimde getirmeyi sürdürür → tamamlanma özelliğinin kanıtı
- Normal yumurtadan çok daha büyük nesnelere (voleybol topu gibi) bu davranış daha güçlü biçimde sergilenir → **süpernormal uyaran** kavramı

Dikenli Balığın Saldırganlık Davranışı

Üreme döneminde erkek dikenli balığın (*Gasterosteus aculeatus*) karın altı kırmızıya döner. Bu dönemde bölgeye giren kırmızı renkli her nesneye kalıplaşmış saldırı davranışı sergilenir.

Balık şeklinde olmayan, fakat altı kırmızıya boyanmış modellere saldırı gerçekleşir

Anatomik olarak kusursuz ama kırmızısız modellere tepki verilmez

Anahtar uyaran, şekil değil; spesifik olarak **kırmızı renk**tir

FAP'tan MAP'a: Kavramsal Dönüşüm

Klasik FAP tanımının katı yapısı, sonraki gözlemlerle bir miktar esnetilmiştir.

Bireysel Varyasyonlar

Bazı doğuştan gelen davranışlar, bireyler arasında ve aynı bireyde farklı zamanlarda küçük varyasyonlar gösterebilir

Tecrübeyle İnce Ayar

Tecrübe ile "ince ayar" yapılabildiği gözlemlenmiştir; örneğin tecrübeli kuşların daha sağlam yuvalar yaptığı bilinmektedir

Modal Eylem Kalıbı (MAP)

Modern etologlar bu esnekliği karşılamak için **Modal Eylem Kalıbı (MAP)** terimini önermiştir: temel yapı sabit, küçük değişikliklere açık

Davranış Programlarının Genetik Temeli

Doğuştan gelen davranışların temelinde, sinir sisteminin gelişimini ve işleyişini yönlendiren genetik bilgi bulunmaktadır.

Bu genler, davranışın icra edileceği nöral devrelerin **inşa planını** içermek üzere kodlanmıştır. Davranışsal genetik alanı, belirli genlerin ifadesinin belirli davranış kalıplarının ortaya çıkışıyla hangi nedensellik ilişkisi içinde olduğunu inceler.

Drosophila Kur Davranışı: Bir Ana Kontrol Geni

Erkek *Drosophila melanogaster*'ın kur davranışı, belirli bir sırayla icra edilen bir dizi FAP'tan oluşur: dişiyi takip etme, dokunma (*tapping*), türe özgü "şarkı" üretme (*singing*), yalama (*licking*) ve çiftleşme girişimi.

fruitless (fru) ve doublesex (dsx)

Bu genler kur davranışının merkezi düzenleyicileri olarak tespit edilmiştir

~2000 Nöronluk Devre

fruitless geni, erkek beyninde yaklaşık **2000 nörondan** oluşan ve kur davranışının tüm adımlarını koordine eden bir devrenin gelişimini yönetmek üzere tasarlanmıştır

fruitless Geninin İşlevsizleştirilmesi

Bu gen işlevsiz hale getirildiğinde:

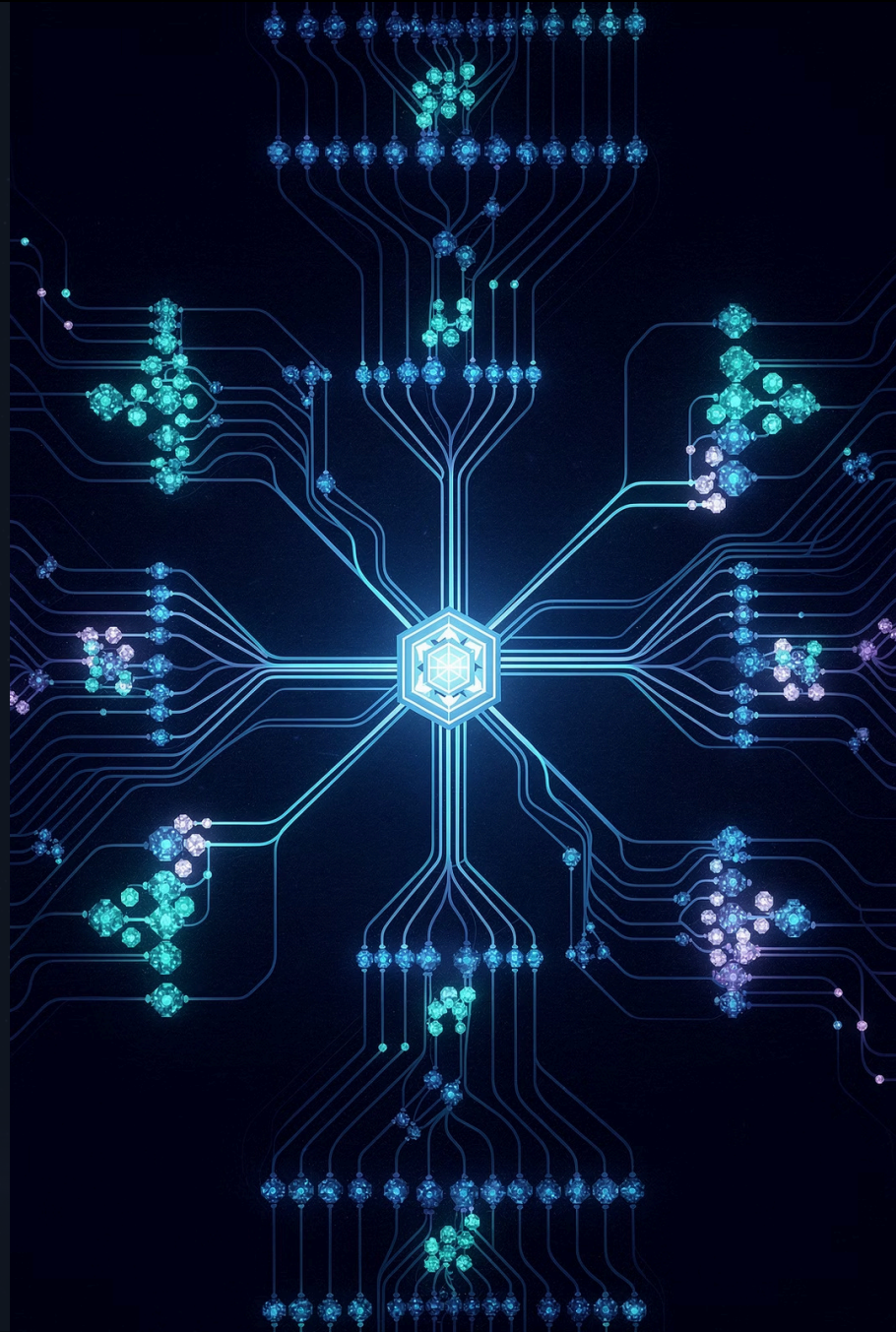
Davranış Kaybı

Erkek sinekler kur davranışını sergileyemez

Ayrımsız Davranış

Veya hem erkeklere hem dişilere ayrım gözetmeksizin kur davranışı sergiler

Tek bir genetik lokus, çok bileşenli ve çok adımlı bir nöral devrenin mimari planını yönetmektedir. Bu, biyolojik organizasyonun verimli ve hiyerarşik bir yapıda kurulduğunu ortaya koymaktadır.



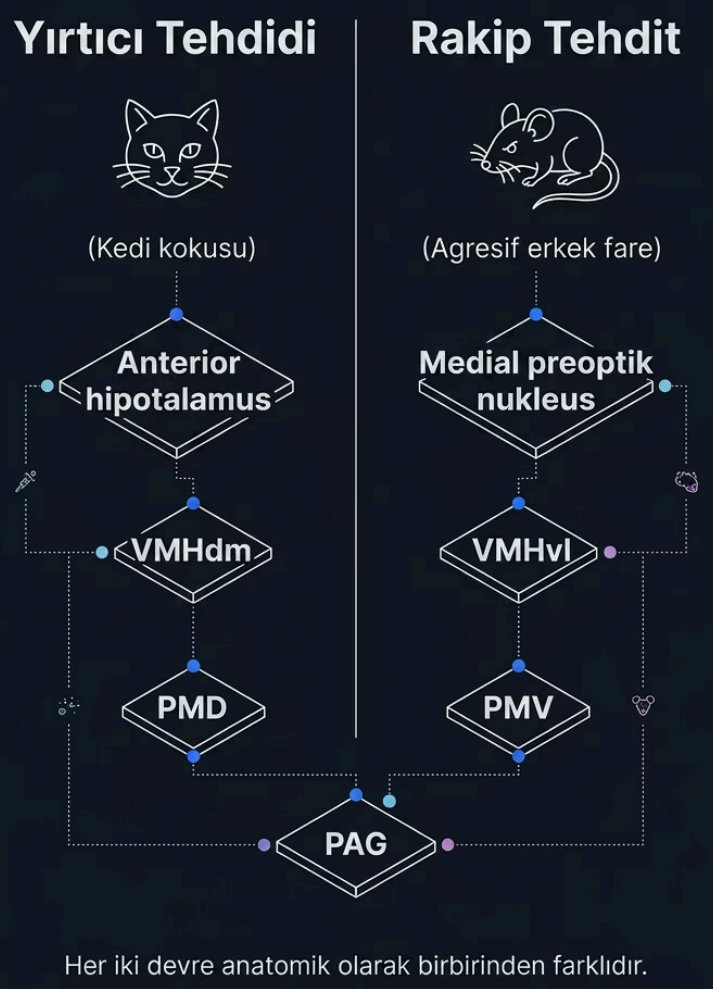
Doğuştan Gelen Korku Tepkisi: Modüler Devre Mimarisi

Birçok hayvan türü, daha önce hiç karşılaşmamış olsalar bile yırtıcı kokusu, hızla yaklaşan gölge veya belirli frekanstaki sesler gibi tehditlere karşı anında donakalma veya kaçma tepkisi verir.

Modern nörobilim, bu tepkilerin **amigdala**, **hipotalamus** ve **periakuaduktal gri madde (PAG)** tarafından işlendiğini göstermiştir.

Tehdit Türlerine Göre Özelleşmiş Alt Devreler

Korku mimarisi tek bir "korku merkezi" şeklinde değil, farklı tehdit türleri için özelleşmiş **modüler ve paralel** alt devreler biçiminde kurulmuştur.



Her iki devre anatomik olarak birbirinden farklıdır.

Bu iki devre anatomik olarak birbirinden farklıdır; her tehdit türü için en hızlı ve en uygun yanıt ayrı bir kanal üzerinden tetiklenmektedir.

Yırtıcı Tehdidi
Anterior hipotalamus → VMHdm → PMD → PAG

Rakip Tehdit
Medial preoptik nukleus → VMHvl → PMV → PAG

Bazal Gangliyonlarda İkili Kodlama

Harvard Üniversitesi'nde yürütülen ve *Nature Neuroscience*'ta yayımlanan araştırma, öğrenilmiş ve doğuştan gelen hareketler için **iki tamamen farklı kinematik kodun** kullanıldığını ortaya koymuştur.

Doğuştan Gelen Hareketler

Serbest dolaşma, yürüme, tüy temizleme gibi doğuştan gelen hareketlerdeki nöronal aktivite

Öğrenilmiş Hareketler

Ödüllü manivelaya iki kez basma gibi öğrenilmiş görevlerdeki nöronal aktivite

Bu iki aktivite kalıbı birbirinden "gece ve gündüz kadar farklı" olup aralarında hiçbir ilişki saptanmamıştır.

Aynı Hammadde, İki Farklı "İşletim Sistemi"

Bazal gangliyonlar, öğrenilmiş hareketlerde **temel bir aktör** olarak devredeyken; doğuştan gelen hareketler sırasında **sadece bir gözlemci** konumuna geçmektedir.

Aynı nöral yapı, davranış programının kökenine bağlı olarak tamamen farklı bilgi işleme modlarında çalışmaktadır.

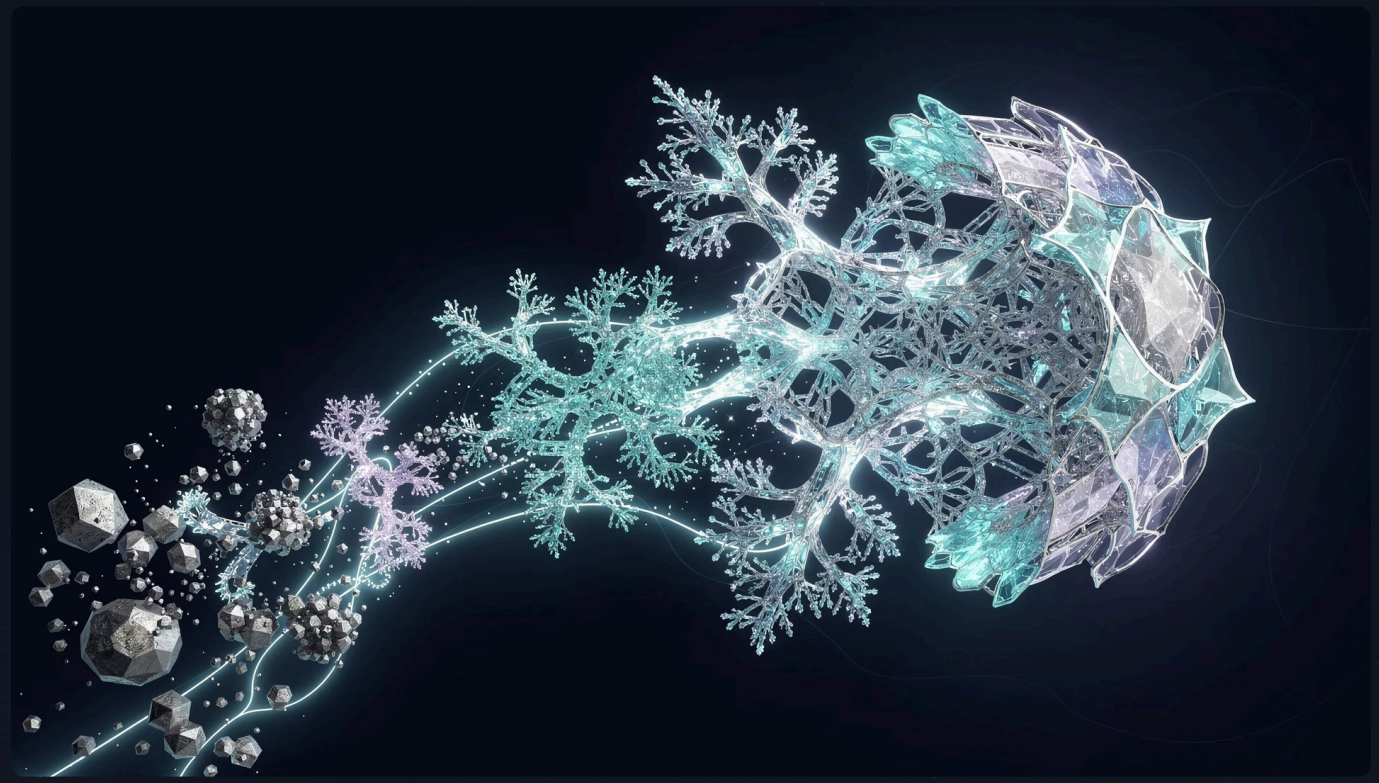
> Bu durum, hammaddenin ne denli sofistike bir şekilde programlandığının ve aynı malzemeden birden fazla "dilin" nasıl konuşturulabildiğinin çarpıcı bir delilidir.

"İçgüdü" Etiketi Bir Açıklama Değildir

Bilimsel literatürde kullanılan "içgüdü", "genetik program" veya "doğa kanunu" gibi ifadeler, karmaşık bir olguyu **isimlendiren** etiketlerdir; açıklayan değil.

- Bir davranışın "içgüdüsel" olduğunu söylemek, o davranışın nasıl bu kadar sanatlı biçimde ortaya çıktığını açıklamaz
- "Genler davranışı kontrol eder" ifadesi, cansız moleküllere irade ve bilinç atfeden bir dil kullanımıdır
- Kanunlar, işleyişin kendisi değil; tutarlı biçimde tekrar eden tarzının bir tanımıdır

Hammadde ile Sanat Eseri Arasındaki Uçurum



Bu derste incelenen davranışların hammaddesi DNA dizileri, nöronlar, nörotransmitterler ve proteinlerden oluşur. Sanat eseri ise bu hammaddeden ortaya çıkan beslenme, korunma ve üreme gibi **anlamlı, amaçlı ve karmaşık davranışlardır**.

> Temel soru şudur: Tek bir nöronda veya tek bir *fruitless* geninde bulunmayan "kur yapma sanatı" veya "tehlikeyi tanıma yeteneği", bileşenlerin bir araya gelmesiyle oluşan bütüne nereden gelmektedir?

Şuursuz Bileşenlerden Sanatlı Bütünler

Şuursuz nöronlar, kendilerinde olmayan bir planı takip ederek tehlike anında en uygun kaçış rotasını hesaplayan veya bir eşi cezbetmek için en etkili dans figürlerini sergileyen karmaşık devreleri oluşturmaktadır.

Bazal gangliyonların aynı nöronlardan oluşmasına karşın iki farklı "dil" konuşabilmesi, aynı hammaddenin sanatı açıklamakta yetersiz kaldığının doğrudan göstergesidir.

> Hammadde ile ondan inşa edilen sanat eseri arasındaki bu derin fark, ilim, irade ve kudret sahibi bir tasarlayıcıya işaret etmektedir.

Sentez: Nizam, Gaye ve Sanat

Yenidoğan Refleksleri

Her biri belirli bir hayati ihtiyacı karşılamak üzere hassas biçimde kurulmuş ve canlının karşılaşacağı sorunlara karşı önceden tertip edilmiş çözümler olarak belirlenmiştir

Sabit Eylem Kalıpları

Belirli bir amaca ulaşmak için kusursuz bir sıralama ve zamanlama ile bir araya getirilmiş sanatlı yapılardır; tek tek nöronların kimyasal özellikleriyle açıklanamaz

Korku Devrelerinin Modüler Yapısı

Farklı ekolojik problemlere karşı en hızlı ve en uygun yanıtların verilmesini sağlayan hassas bir sistemin varlığına işaret eder

> Bu bilimsel deliller ışığında nihai hükmü vermek, her bir akıl ve vicdan sahibinin kendi muhakemesine bırakılmıştır.